



Munich Personal RePEc Archive

Spatial analysis of the location of the agricultural production of irrigated and non-irrigated plants: Evidence from Tunisia

Oussama Zouabi

14 December 2018

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/90536/>

MPRA Paper No. 90536, posted 15 December 2018 01:44 UTC

Analyse spatiale de la localisation de la production agricole des plantes irriguées et non irriguées : Cas de la Tunisie

Oussama Zouabi¹

Résumé

Dans cet article nous analysons la localisation spatiale de la production agricole des plantes irriguées et non irriguées en Tunisie en 2012. Les résultats au niveau micro spatial montre que le mouvement de la localisation de la production agricole des plantes irriguées et non irriguées montre qu'il existe une dynamique spatiale entre les gouvernorats en termes de production agricole en Tunisie. Les résultats du test d'autocorrélation globale pour les plantes irriguées et non irriguées en Tunisie, montrent la présence d'une autocorrélation spatiale positive entre les variables.

Mots clés : Test global d'autocorrélation spatiale, Test local d'autocorrélation spatiale, plantes non irrigués, plantes irrigués, Tunisie.

Abstract :

This study analyzes the spatial location of agricultural production of both irrigated and non-irrigated plants in Tunisia in 2012. At the micro-spatial level, the results show that the location movements of agricultural production of irrigated and non-irrigated plants confirm the existence of a spatial dynamic between Tunisian governorates. Moreover, the findings of the global autocorrelation test provide evidence for the presence of a positive spatial autocorrelation between the considered variables.

Keywords:

Global autocorrelation test, Local autocorrelation test, non-irrigated plants, irrigated plants, Tunisia.

¹ LEAD, University of Toulon, France. & EAF, University of Tunis EL Manar, Tunisia

Introduction :

Depuis les années 1950, l'agriculture en Tunisie est considérée comme un secteur clé. C'est un secteur d'une grande importance pour l'économie tunisienne, tant au niveau de la population qu'il emploie qu'au niveau de sa part dans la valeur ajoutée. La production agricole représentait près de 10% du PIB, étant la principale activité dans plusieurs régions du pays, elle emploie environ 20% de la population active (AVFA 2012). La part des produits agricoles dans les échanges commerciaux extérieurs de la Tunisie est assez importante, l'investissement dans le secteur agricole représente un pourcentage important dans l'investissement total. De plus, c'est un secteur qui occupe la deuxième place en termes de production et de valeur ajoutée.

L'autocorrélation spatiale peut être définie comme la corrélation, positive ou négative, d'une variable elle-même provenant de la disposition géographique des données [Le Gallo \(2002\)](#). Plus précisément, il y a autocorrélation positive lorsque la concentration spatiale des valeurs élevées ou faibles d'une variable aléatoire a tendance à se concentrer dans l'espace, alors qu'il y a une autocorrélation négative lorsque les unités géographiques sont entourées des voisins présentant des valeurs très différentes.

Ces tests nous permettent de détecter le schéma d'association spatiale, de représenter et d'analyser la distribution spatiale, d'évaluer s'il existe une concentration spatiale des gouvernorats en termes de production agricole en Tunisie. En outre ils permettent de détecter les différents schémas d'association spatiale via les tests d'autocorrélation globale et locale qui prennent en considération les interactions et les interdépendances spatiales.

Dans ce papier, nous nous intéressons plus précisément au mouvement de la localisation de la production agricole des plantes irriguées et non irriguées en Tunisie. Notre analyse porte sur la dimension spatiale de l'évolution de la production entre les gouvernorats à travers une analyse de Moran. Nous déterminons, pour les principaux produits agricoles, les zones des gouvernorats où les mouvements sont globalement positifs et celles pour qu'il existe des dynamiques négatives.

Cet article est organisé comme suit : la première section est consacrée à la matrice de voisinage et la matrice de distance. La section (2.1) présente Test global d'autocorrélation spatiale, la section (2.2) discute les différents résultats trouvés.

1. Matrices du poids

Les matrices du poids se classent en deux catégories : La matrice de voisinage et la matrice de distance [Le Gallo \(2002\)](#). Dans ce qui suit nous nous intéressons à la matrice de contiguïté dite matrice de voisinage. Cette matrice joue un rôle central dans la détection des effets de l'autocorrélation spatiale. La matrice de voisinage est une matrice carrée symétrique non négative et finie, dont l'élément W_{ij} est égal à 1 si les deux gouvernorats i et j possèdent une frontière commune et à 0, à défaut.

Les matrices du poids permettent de spécifier les relations entre les gouvernorats. Ces relations sont multidirectionnelles et sont modélisées de telle sorte que le poids associé à deux gouvernorats voisins est plus élevé que le poids associé à deux gouvernorats éloignées. Cela traduit le fait que la dépendance entre les deux gouvernorats est fonction de leur éloignement et par conséquent que les interactions sont plus fortes entre deux gouvernorats proches.

La matrice W est généralement basée sur une structure de voisinage géographique c'est-à-dire que les gouvernorats sont voisins s'ils sont géographiquement proches au sens d'une mesure de distances d ; plus les gouvernorats sont éloignés et moins ils sont considérés comme potentiellement dépendants: Dans ce cas, l'effet des précipitations et de la température sur la production agricole du gouvernorat i sur le gouvernorat j diminue quand d_{ij} augmente.

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si les gouvernorats } i \text{ et } j \text{ sont voisins} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Par convention, un gouvernorat n'est pas contigu avec lui-même $W_{ii}=0$.

2. Tests d'autocorrélation spatiale

2.1 Test global d'autocorrélation spatiale

Plusieurs tests sont utilisés dans les analyses exploratoires des données géographiques pour tester l'autocorrélation spatiale. Le test le plus utilisé est le test de Moran (I). Le test I a été initié la première fois par [Moran \(1950\)](#) et défini comme suit :

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y})}{W (y_i - \bar{y})^2}$$

Où Y_i représente la variable observée au gouvernorat i , \bar{y} est la moyenne des valeurs de l'ensemble des N observations, W est la matrice des pondérations spatiales avec $W = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij}$.

L'indice I peut s'interpréter comme un coefficient de corrélation compris entre -1 (l'autocorrélation négative) et 1 (l'autocorrélation positive).

Dans notre cas le test global d'autocorrélation spatiale nous permet d'évaluer s'il existe une concentration spatiale des gouvernorats en termes de production agricole.

Tableau 1 : Test d'autocorrélation spatiale globale de Moran

Variables	Matrice	I. Moran	Ecart-type	Z	P-value
Céréales	W(1)	0.051	0.039	2.429	0.008**
	W(2)	-0.026	0.034	0.531	0.298
	W(3)	-0.096	0.032	-1.611	0.054
Olives	W(1)	0.320	0.107	3.383	0.000***
	W(2)	-0.101	0.079	-0.721	0.235
	W(3)	-0.071	0.085	-0.325	0.372
Agrumes	W(1)	0.021	0.033	1.933	0.027**
	W(2)	0.009	0.037	1.413	0.079
	W(3)	0.035	0.028	0.290	0.386
Pommes de terre	W(1)	0.079	0.059	2.069	0.019**
	W(2)	-0.060	-0.050	-0.332	0.370
	W(3)	-0.004	0.048	0.818	0.207
Tomates	W(1)	0.209	0.094	2.698	0.003**
	W(2)	0.001	0.071	0.625	0.266
	W(3)	-0.073	0.074	-0.394	0.347
Palmiers	W(1)	0.148	0.043	2.083	0.020**
	W(2)	-0.053	0.070	-0.137	0.446
	W(3)	0.157	0.0074	2.728	0.003*
Notes : (***) Significatif au seuil d'erreur 1% (**) Significatif au seuil d'erreur 5%, (*) Significatif au seuil d'erreur 10%.					
W(1), W(2), W(3) représente les matrices de contigüité d'ordre un, deux et trois.					

Le tableau 1-3 fait état des résultats du test de Moran global, pour les variables production de céréales (P-ce), production d'olives (P-olv), production d'agrumes (P-ag), production de la pomme de terre (P-pt), production de la tomate (P-to), et la production du palmier (P-pa). La matrice de voisinage W(1) donne la statistique de Moran la plus élevée par rapport à la matrice W(2) et W(3). Dans le même ordre d'idée et à la lumière des différents résultats présentés dans le tableau 1-3, on remarque aussi que la statistique du test de Moran est très significative et positive dans le cas où le nombre de voisinage est égal à un, ce qui dénote de la présence d'une autocorrélation spatiale positive entre ces variables.

Toutes les statistiques de Moran sont significativement positives au seuil de 5%, montrant la présence d'une autocorrélation spatiale positive entre ces variables. Une valeur positive est statistiquement significative de I de Moran indique la présence d'une concentration spatiale des valeurs similaires. Nous pouvons confirmer que le secteur le plus spatialement autocorrélé est celui de l'olive. Il présente le I de Moran le plus élevé (0.320). Ceci signifie que l'olive est géographiquement concentrée, au Centre-Est de la Tunisie. En plus et d'après le tableau 1-3 on peut affirmer que le secteur des agrumes est le secteur le moins géographiquement concentré avec un I de Moran égale 0.021.

Il est à noter, que malgré le fait que le test global d'autocorrélation spatiale de Moran mesure globalement l'autocorrélation spatiale entre les différents gouvernorats, il reste incapable d'analyser la structure locale de cette autocorrélation.

Nous retenons dans ce qui suit la matrice de contiguïté d'ordre un (W(1)) pour l'analyse exploratoire ainsi que pour les estimations économétriques.

2.2 Test local d'autocorrélation spatiale

L'analyse de l'autocorrélation locale s'effectue à partir de deux outils : le diagramme de Moran [Anselin \(1996\)](#) et la statistique Moran I [Anselin \(1995\)](#).

L'indice le plus utilisé pour détecter l'autocorrélation spatiale est l'indice de LISA (indicator of spatial association), appelé aussi la statistique locale de Moran I, et se présente comme suit :

$$I = \frac{n (Xi - \bar{X})}{W + \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})} \sum_{j=1}^n Wij (Xi - \bar{X})$$

X_i sont les valeurs de la variable de chaque gouvernorat i .

L'indice de LISA nous donne une information complète et précise sur l'existence d'une concentration spatiale de valeur homologue entre les gouvernorats étudiés de type :

H-H² : Un gouvernorat a une valeur de production agricole élevée entouré des gouvernorats à valeurs élevées.

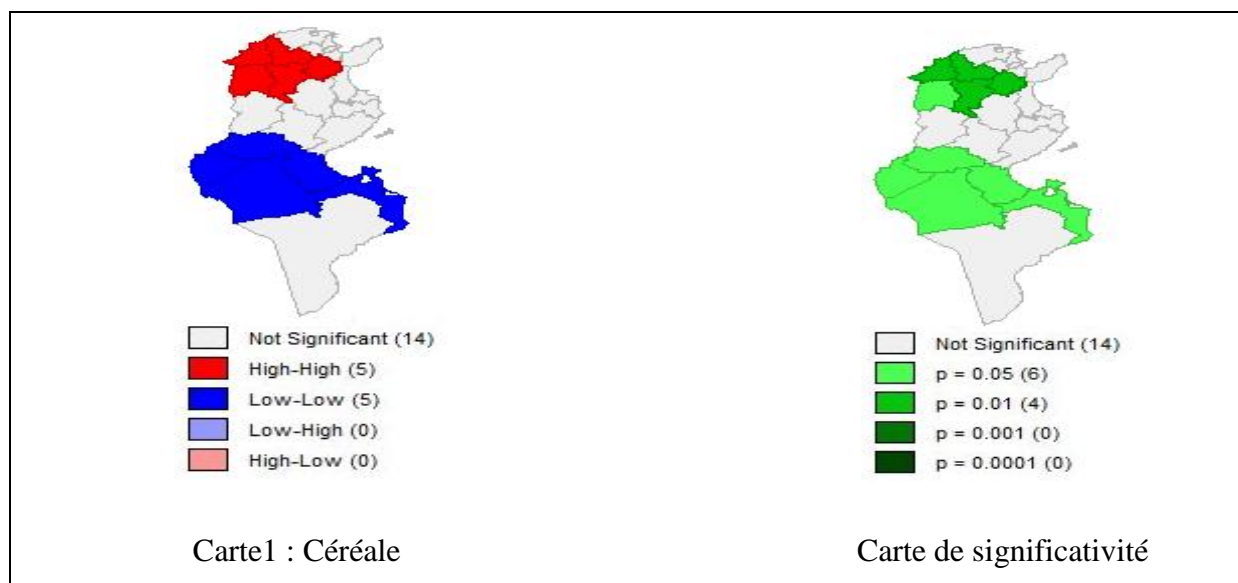
L-L³ : Un gouvernorat a une valeur de production agricole faible entouré des gouvernorats à valeurs faibles.

H-L : Un gouvernorat a une valeur de production agricole élevée entouré des gouvernorats à valeurs faibles.

L-H : Un gouvernorat a une valeur de production agricole faible entouré des gouvernorats à valeurs élevées.

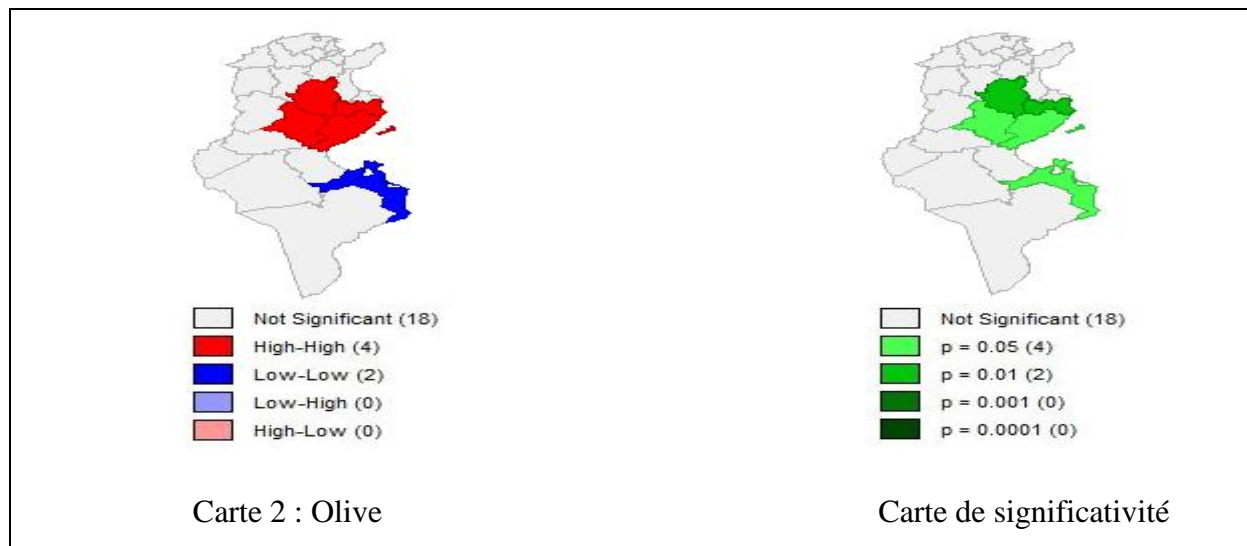
H-H et L-L dite autocorrélation locale positive, en revanche H-L et L-H sont dites autocorrélation locales négatives.

Figure 1 : Carte de Moran de la valeur la production des plantes non irrigués en 2012



² High-High

³ Low-Low



La figure 1, présente les deux cartes de significativité de Moran, la première (carte 1) relative à la production des céréales et la seconde (carte 2) relative à la production d'olive, la figure 2, représente les cartes de significativité de Moran pour la production des plantes irriguées.

La carte 1 met en évidence deux types d'association concernant la production des céréales. D'un côté, la carte de Moran montre que cinq gouvernorats contiguës (Bizerte, El Kef, Béja, Jendouba, Siliana) de type H-H autour du Nord-Ouest de la Tunisie où les dynamiques entre gouvernorats sont positives, et d'un autre coté cinq gouvernorats de Sud-Ouest présentent une association de type L-L.

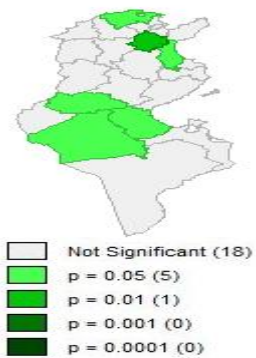
En comparaison avec la production de céréale en 2000, on constate que la production reste presque stable entre les deux dates. Un seul changement est survenu dans la structure spatiale est à noter : le gouvernorat d'El Kef au Nord-Ouest qui devient H-H en 2012 alors qu'il était non significatif en 2000.

La production d'olive est concentrée au Centre-Est de la Tunisie (Sousse, Monastir, Mahdia, Kairouan et Sfax) qui représente le moteur de la production de cette plante. Ce paysage a complètement changé depuis la dernière décennie, en comparaison avec la production d'olive de 2000, on constate que la structure spatiale a perdu, depuis, un gouvernorat (Gabès) de type L-H. En revanche et d'après la carte (2), on note l'émergence de cinq gouvernorats de type H-H qui présentaient une autocorrélation positive avec cinq voisins en matière de production d'olive en 2012 et un gouvernorat qui présente une autocorrélation négative de type H-L.

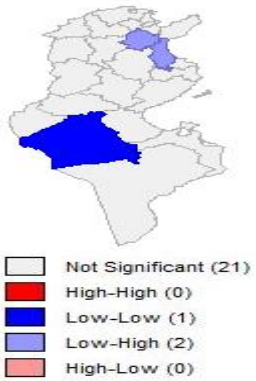
Figure 2 : Carte de Moran de la valeur la production de plantes irrigués en 2012



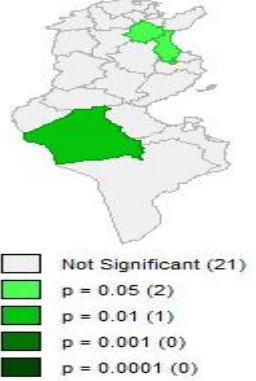
Carte 3 : Agrume



Carte de significativité



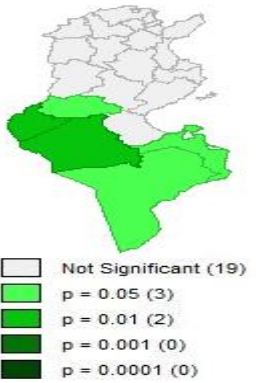
Carte 4 : Tomate



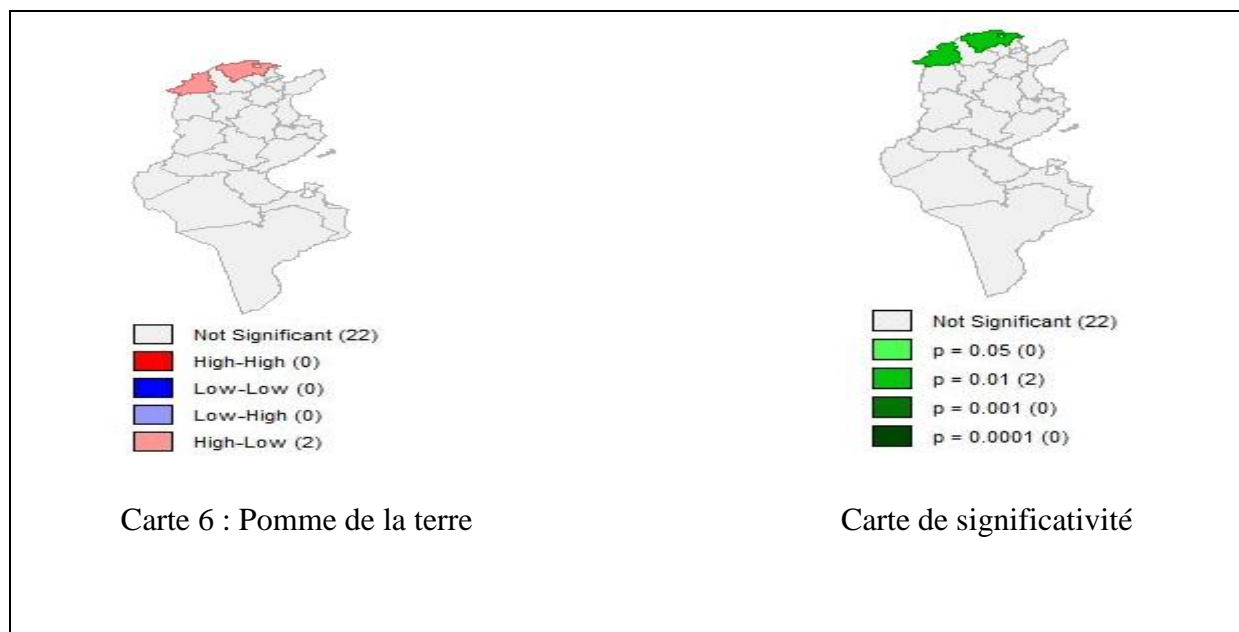
Carte de significativité



Carte 5 : Palmier



Carte de significativité



La production du palmier se concentre au Sud de la Tunisie : 52% se situent dans la région de Gabes et 35% à Tozeur. Au vu de la carte (5) on remarque que les gouvernorats les plus grands producteurs du palmier font état d'une autocorrélation positive et significative de type H-H, il est aussi à noter que cette région est la seule qui bénéficie d'une dynamique positive en matière de la production du palmier.

D'après les cartes (4) et (6), on peut conclure que la production de la tomate et celle de la pomme de terre présentent des indices négatifs de type H-L et L-H, c'est-à-dire les gouvernorats ont une production agricole de valeur élevée entourée des gouvernorats à valeur de production faibles.

Durant ces dernières années, la production d'agrumes s'est accrue et s'est concentrée essentiellement dans les gouvernorats de Nabeul, Bizerte, et Ben Arous comme indiqué sur la carte agricole des répartitions géographiques des agrumes (Carte 5.1)⁴. La carte de Moran de la production des agrumes montre que les gouvernorats de Bizerte, Manouba et Ben Arous présentent une autocorrélation positive en 2012 de type H-H. Ceci signifie que le gouvernorat de Ben Arous a une valeur de production des agrumes élevée entouré des gouvernorats à valeurs élevées.

⁴ Voir annexe 1

Conclusion :

Le mouvement de la localisation de la production agricole des plantes irriguées et non irriguées montre qu'il existe une dynamique spatiale entre les gouvernorats en termes de production agricole en Tunisie. Les résultats du test d'autocorrélation globale pour les plantes irriguées et non irriguées en Tunisie, montrent la présence d'une autocorrélation spatiale positive entre les variables.

Pour une intervention plus efficace l'Etat doit prendre en considération les effets d'autocorrélation spatiale entre les gouvernorats, les cartes d'autocorrélation spatiale de Moran, plus particulièrement les cartes des plantes irriguées peuvent jouer un rôle fondamental et central sur le plan économique pour mettre en place une infrastructure adéquate en vue d'acheminer l'eau du barrage, par exemple, vers les zones les plus touchées.

Bibliographie

- 1- **Anselin,L, 1995**, “Local indicators of spatial association-LISA,” *Geographical Analysis*, 27 (2):93-115.
- 2- **ANSELIN L, 1996**, The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association, in Fisher, M, Scholten, H. K., Unwin, D, eds, Taylor and Francis. *Spatial analytical perspectives on GIS* . London, pp. 111-125
- 3- **ANSELIN L, 1998**, Exploratory Spatial Data Analysis in Geocomputational Environment, in Longley P, Brooks S, McDonnell R, Macmillan B, eds, *Geocomputation, a Primer*. New York, Wiley, pp 77-94
- 4- **ANSELIN L, 1999**, Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis, in Longley P, Goodchild M., Maguire D, Rhind D, eds, *Geographical Information Systems: Principles Techniques, Management and Applications* New York, Wiley, pp 251-264
- 5- **Ben Arfa, N, C, Rodrigez. and K, Daniel, 2009**, “Dynamiques spatiales de la production agricole en France, ” *Revue d’économie régionale et urbaine*, 4 :807-834.
- 6- **GAUDART J., GIORGI R., POUDIOUGOU B., TOURE O., DOUMBO O., DEMONGEOT J., 2007**, "Détection de clusters spatiaux sans point source prédéfini: utilisation de cinq méthodes et comparaison de leurs résultats", *Revue d’Epidémiologie et de Santé Publique*, vol. 55, pp. 297 306.
- 7- **MORAN P.A.P., 1950**, "Notes on continuous stochastic phenomena", *Biometrika*, vol. 37, n°1/2, pp. 17-23.